分類與生物多樣性的關係

分類與生物多樣性的關係

＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊ ◎農試所應動系　陳淑佩

一、前　言

生物多樣性(biodiversity)包含遺傳多樣性(genetic diversity)、物種多樣性(species diversity)及生態多樣性(ecological diversity)。生物多樣性並非抽象之概念，而是可給予量化，實際應用時多以物種多樣性表示其生物多樣性，故分類爲探討生物多樣性之基石和工具。近年來面對生物種類快速消失、分類專業人員欠缺、生物資源調查面積過大無法全面調查及人力財力等受限的情形下，如何利用分類學理論及調查結果並利用遙感探測(remote sensing)和地理資訊系統(geographic information system，GIS)等新技術進行大面積調查後選定生物多樣性價值高的生物多樣性熱點(biodiversity hot spots)以永續經營生物資源爲本文探討之主題。

二、生物多樣性及與人類的關係

生物多樣性(biodiversity)雖有多種定義，但其中最爲普遍的定義爲「地球上的生物經過數十億年的演化之後，在目前所呈現的各種生命形式，包含所有可以獨立或合併的層次(基因、物種、生態系)」，故生物多樣性可分爲三個層次，即遺傳多樣性、物種多樣性及生態多樣性(Wilson, 1992)。其內涵包括：

㈠物種多樣性(species diversity)：物種是生態系中重要的成員或單元，從熱帶雨林的調查使地球上的物種總數估計從2,000萬種提升至5,000-8,000萬種(朱，1999)，其中僅175萬種已被描述 (Wilson, 1992)。這些物種之間的巨大差異，構成了生物多樣性的實體。各具獨特的生態地位(niche)的物種能在複雜的生態系統中共同維持生態系統的平衡。

㈡遺傳多樣性(genetic diversity)：指種內基因的遺傳變異。一物種各個體間在基因方面的差異形成各式各樣的群體遺傳結構，進而成爲各物種間差異的基礎，此特性亦爲物種得以適應環境及爲演化的基礎。遺傳多樣性的表現是多層次的，從分子的角度可發現表現在多數物種群體內、群體間豐富的基因(DNA、染色體)變異性；如生理代謝上的植物光合作用的強弱，外部形態的差異，如植物的花色等，其中形態學的變異是最易觀察的表型變異，故亦可用基因及性狀豐富度(gene and character richness)評估遺傳多樣性程度。

㈢生態系多樣性(ecological diversity)：近百年來隨著科技發展衍生的問題，如(1)高度開發使生物棲地、生態系受破壞，如台灣已知至少15%以上的淡水魚已絕種、台

作者：陳助理淑佩
聯絡電話：04-23302301轉633

灣海域的珊瑚礁，在20年後將消失50%、5%的哺乳動物將絕種(林，1998)，(2)工業化農業及林業，如目前全球超過90%的植物糧食，僅由20種植物供應，單一作物的大量栽培雖有高產量、方便等優點，但相對的降低了族群的變異性，進而如同推骨牌效應影響與之共同演化的動植物，而使整個生態系變得脆弱而單調，(3)全球氣候快速變化使物種無法適應而滅絕，(4)棲息地切割如建立攔沙壩下，台灣櫻花鉤吻鮭族群被迫分爲較小族群，增加近親交配機率而導致遺傳多樣性降低，(5)引進外來種，如活動面積小、族群小、缺少掠食動物或天敵之島嶼物種一旦引入外來競爭者時，往往無法逃避而易滅絕(蔡，1999)，(6)各種污染等問題，使物種大量消失(林、趙，1998)。雖然目前缺乏精確的物種滅絕資料，但根據數十年的研究資料顯示，目前世界上每天有一百種以上的物種在滅絕，此爲自然滅絕速率的一萬倍以上，且局部地區的滅絕率如熱帶雨林區更是十分驚人(邱等，1999；Wilson, 1992)，若此趨勢不改變，則到2050年全球將有1/4物種滅絕(林、趙，1998)。隨物種大量滅絕的結果是大幅降低了生物多樣性並導致生態系失去平衡，進而危及人類的存亡。因生物多樣性不僅是維繫人類的生存的來源，並對與人類息息相關的生物圈、大氣圈及水圈是否得以永續佔有決定的角色。因此，在1992年全世界100多個國家的政治領袖在巴西簽署了一個《生物多樣性公約》，約中宣告他們保障生物多樣性的決心。到1998年底爲止，簽署《生物多樣性公約》的國家已有174個，可見全球都警覺生物多樣性面臨的危機(趙，1999)。生物多樣性並非抽象之概念，而可用數量表示(金，1997)。評估生物多樣性價值的方式中，雖然遺傳多樣性更能眞實反應出生物多樣性，但實際應用時多以物種多樣性(某單位地區中的物種數目(species richness)、各物種的個體數占該區域內全部物種個體數的相對豐度(species abundance))及物種分類親緣變異表示其生物多樣性。清查物種所得的分類資料不僅能消極的減少破壞生物棲所，更能輔以選定生物多樣性熱點(hot spots)，以期提高生物多樣性，並長期監測多樣性熱點內物種族群變化情形，而著手進行經營管理，故分類爲探討生物多樣性之基石和工具。

三、分類重要性及分類層級及其應用於生物多樣性目標

面對物種大量消失而導致生物多樣性降低，進而影響人類的存亡問題，首先必須從清查全球的生物種類數量做起，故探討生物多樣性中，分類學的工作目標主要可分爲下列五項：

㈠對地球上的基因、種和生態系統進行清查，發現及描述物種，建立生物名錄及存證標本，並統一由設施良好的博物館或種原中心收藏。

㈡對於各式的資料加以整合建立生物資源資料庫並分析了解其親緣關係。

㈢靜態性生物資源資料庫僅能告訴我們部份之資訊，爲了能掌握其動態和變化趨勢，並使其內容得以掌握最新訊息，以提供適時之決策支援，必需進行持續性的調查工作並定期更新資料庫內容。

㈣對於大面積調查區域，過去之資料並無法反應出時空變化，故調查時可將之分爲數個分區 (植群帶)，每個分區再分爲數個小分區 (海拔、地形、氣候)，以分層逢機抽樣的方式，在每個小分區作定點之調查並利用調查結果探討生物多樣性的改變對生態系之構造及功能所可能造成的影響以及找出決定多樣性的因素進而選定較高生物多樣性價值之生物多樣性熱點(hot spots)，擬定符合科學及社會需求的長期經營管理計畫建立長期監測系統。

㈤對於大眾的教育工作，將維持生物多樣性的觀念落實於生活中。

故分類對於生物多樣性的重要性有下述四點：

㈠科學的角度:以科學的角度而言，系統論是描述構成生物多樣性基本單元的方法，以生物體的分類而言，即是以表示彼此間的自然關係。而此種系統的方法論表現在分類體系中，即是以階層式的組織(hierarchical organization)，如在生物分類體系中，以界、門、綱、目、科、屬、種的系統建構所謂的分類階層系統(taxonomic hierarchy)，正是最佳的例證。探討生物多樣性時，須引入時間及空間的尺度加以考量，因生物的多樣性是受時間及空間的影響而致。(周，1998)。

㈡分類學資料提供人類醫藥、糧食等有潛力之應用來源。例如紫杉醇及其近緣種的萃取物具抗癌功效。

㈢經營、管理的角度:若對整個生態系的物種不知其名，從何管理起?故物種的清查十分重要，需整合建立時空及物種分類及生物學等資料之資料庫。

㈣越多的物種被發現，越有助於探討親緣及生態的議題。

爲達上述目標，以種的命名和特徵、描述爲主的初級分類學 (α-taxonomy) 之目標在於，(1)清查生物種類，發現及描述物種，(2)建立生物名錄及圖鑑等生物資料庫，(3)存證標本統一由具防火、防潮、防震、防蟲、低溫低濕等特性的設施良好博物館或種原中心收藏，(4)將分類資料透過網路系統傳至全球，除資源共享外，並能補專門分類人才之不足；將種安排在不同分類位階(屬、族、科等)的中級分類學(β-taxonomy)及對各分類單元，進行探討各種不同物種分類親緣關係及其生物學的高級分類學(γ-taxonomy)，目標在於整合並分析初級分類學調查的資料，進一步預測物種之親緣關係及了解其生物學以作管理經營之依據。

四、分類如何評估生物多樣性及選定生物多樣性熱點

評估生物多樣性價值以選定何處爲生物多樣性熱點比如何進行經營更重要(Williams, 1996)，而可用不同的分類層級進行評估。遺傳多樣性是生物多樣性的內在本質，故基因及性狀豐度(gene or character richness)最能精確的評估生物多樣性。但往往在樣本數過大的情形下，研究人員並無法直接計量物種間基因及性狀變異的情形，由於基因及性狀具遺傳特性，研究人員已可由樣本數較小的物種中，全面調查形態或其他性狀分析所得之分類(classification)親緣關係圖中，反推物種間的遺傳多樣性，即具較高基因及性狀豐度，而具較高的分類親緣變異化之物種，具較高的生物多樣性(Natural

History Museum, 1998)。

但由於多數物種間缺乏眞正的親緣演化證據，且研究遺傳多樣性僅適於較小樣本數，當調查面積增加時，基因及性狀豐度判斷生物多樣性則無法適用。由於物種豐度是最普遍的計量方式，物種豐度與性狀豐富度若成正相關時，則可用物種豐富度評估生物多樣性的價值(Williams & Gaston, 1994; Natural History Museum, 1998)。

若調查區域過大時(如全球性的調查，單位調查面積爲1000km²)，許多研究支持用較高階分類單元豐富度(higher taxon richness)(如屬、科)代替物種豐富度 (Williams *et al*., 1997)。

有了評估的原則後，如何在有限的經費及人力下選擇生物多樣性價值較高的地區進行永續經營?1988年Myers等人有鑑於南美洲及東南亞之熱帶雨林物種大量消失之情形，首先提出生物多樣性熱點(biodiversity hot spots)此一名詞，其目的在於以全球性大尺度的角度，選出10個生物多樣性價值最高的地區加以保護。日後各個國家依其物種、經濟及人力等因素，選定區域性的生物多樣性熱點，如台灣至今的生物多樣性熱點總計爲四五一、九五一公頃，約占臺灣陸域面積12.6% (呂，1999)。生物多樣性熱點的類別可區分爲(1) 物種豐度較高的區域:全球性尺度下，占全球物種數0.5%以上地區(如該地區植物種類占全世界27萬種植物的0.5%即1350種則可列入生物多樣性熱點)。在Global 2000 的議程中，列出233個物種資源豐富的生態區域(ecoregion)爲生物多樣性熱點，台灣亦編入屬於印度馬來區之一個生物多樣性熱點(No. 42)(黃，1999)，(2)特有種(endemic species) 較高的區域: 因特有生物的分布往往侷限於狹窄的範圍，易受人爲因素影響，故列入生物多樣性熱點。以世界保育聯盟(IUCN)分布標準定義特有種爲分布範圍少於5000平方公里之生物，如大陸型島嶼之台灣常存留冰河時期特有之孑遺性特有種(paleoendemics)，然後依各調查區域中方塊(grid cell)特有種比率選定特有種較高之方塊列入生物多樣性熱點，(3) 瀕危物種(endangered species) 及稀有性(rarity species)物種: 瀕危物種及稀有性物種在不同物種上的認知具很大的差異，但世界保育聯盟對物種銳減以致未來二世代有50%滅絕機率的物種定義爲瀕危物種，100年將有10%滅絕機率的的物種定義爲稀有性物種亦列入選定生物多樣性熱點考量之內(呂, 1999)。雖然生物多樣性熱點之選擇，現今仍有許多爭議，但實際應用可依各個國家本物的生物資源特性及經濟、人力而決定。當欲從數個調查區選定生物多樣性熱點時，可用分類學理上的論點加以評估(Williams *et al*., 1994)，最常用的論點爲物種豐度理論，其原理是將調查區域內所有物種之價值視爲相同。由於特有種、稀有種及瀕危物種亦爲選定生物多樣性熱點考量類別，故另有接近始祖之物種 (‘close-to root‘ species)理論，其原理是越接近始祖之遺跡種類(relic species) ，計算分類親緣關係圖中各物種所在位置離始祖位置間之結點數(nodes)，結點數越少者，加權值越高。但物種缺乏直接的演化證據，使此論點應用性受限，故引入第三種理論，即高階分類單元(higher taxon)理論，其原理爲現存物種中，分類地位(高階層)越接近始祖的數量越多，其加權值越高(Williams *et al*., 1994)。

五、長期大面積調查的工具

生物多樣性探討上，α、β、γ多樣性指標常用來討論棲地內、棲地間與地區內物種多樣性的探討(Whittaker, 1977)，其類型如下:

㈠區域性多樣性(regional or γ diversity)：指某地區內出現的所有特定生物種類，常隨調查地區的面積大小、位置、時間及是否詳盡調查而有所差異。

㈡社會性多樣性(community or α diversity): 在區域範圍中，任一局部均質的棲地環境中，所呈現物種數，常因調查面積、樣區大小、樣區數目而異。此指標可顯示不同棲地環境中，對物種歧異度的影響。 公式: γ diversity = M(mean) α diversity x N。但不同調查社會區域間並非完全不相同，亦有共同的物種存在，故必須有一測計法以顯示多樣性變化的情形，即所謂梯度多樣性 (gradient or β diversity)=跨社會多樣性 (between community diversity):係指不同棲地間物種之轉換程度，此指標並不在表示物種的多寡，而是顯示物種之轉換比例，可用兩社會間組成物種的相似性或相異度來表示。

從上述可知某地區的區域多樣性將受區內社會多樣性及梯度多樣性所影響。面對動植物的分布及生物多樣性等空間性生態問題，如何選定生物多樣性熱點首先面臨取樣的問題，須引入技術的支援。1960年代Pruitt 首先提出遙感探測 (remote sensing, 簡稱遙測) ，其原理是利用飛機或人造衛星在高空，運用各種感測器 (如相機、熱輻射儀、多波段掃瞄器、雷達等)，以不接觸研究物體之方式，「拍攝」地球上的各種景物，藉由不同物體反射電磁波或放射電磁波的能力，而達到偵測出地面景物之種類、狀況、大小等性質。並將這些資料併入具資料輸入、資料儲存、資料處理與分析和資料輸出的電腦軟體和硬體的組合，即地理資訊系統(geographic information system, GIS) 後可得單位調查區域中的生物資料(李，1993)。此新技術在大面積調查時除節省人力、選擇合適地點進行採樣及提供必要的資料外，地理資訊系統更能整合各種環境資料並加入時間和空間兩種要素在長期監測物種族群的變異情形，以制定合宜的經營策略及確保永續經營。

六、結　論

分類是認識生物多樣性之工具， 除培育分類專門人員外，應加速建立已知物種的分類圖鑑、親緣關係及生物資料庫，並設置設施良好的標本典藏單位以存放存證標本。另外，透過網路系統將生物資料庫傳至全球，除補現今專門分類人才之不足外，並可達資源共享。評估生物多樣性的層級可小至基因、性狀層級，大至較高分類階元的運用，應據實際現況而定。

生物多樣性熱點的選擇除基本原則外，仍需視個別地區而修正，對於大面積的調查可利用具整合各種環境資料及時空因素特性、節省人力的遙測及地理資訊系統以選定代表大面積之採樣點，進行長期的監測工作，並將遙測及地理資訊系統所得的生物資訊及時空資訊整合成有意義的資料庫，可作爲經營及維持生態多樣性之依據。